

2000-12-15



JP2000349071A

Bibliographic Fields

## Document Identity

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開2000-349071(P2000-349071A)

(43)【公開日】

平成12年12月15日(2000. 12. 15)

## Public Availability

(43)【公開日】

平成12年12月15日(2000. 12. 15)

## Technical

(54)【発明の名称】

ケミカルドライエッチング方法

(51)【国際特許分類第7版】

H01L 21/3065

21/768

【FI】

H01L 21/302 F

21/90

【請求項の数】

6

【出願形態】

OL

【全頁数】

10

【テーマコード(参考)】

5F0045F033

【Fターム(参考)】

5F004 AA01 AA16 BA03 BB14 CA04 DA00  
DA04 DA25 DA26 DB02 DB07 DB08 DB10  
DB26 EB01 EB03 5F033 JJ18 JJ19 JJ33 PP06  
PP15 QQ08 QQ09 QQ11 QQ15 QQ37 RR04  
WW04 XX00

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication 2000 - 349071 (P2000 - 349071A)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

2000 December 15 days (2000.12. 15)

Continuing Date of App Priority

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

2000 December 15 days (2000.12. 15)

Date  
1/31/01

(54) [Title of Invention]

CHEMICAL DRY ETCHING METHOD

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

H01L 21/3065

21/768

【FI】

H01L 21/302 F

21/90

【Number of Claims】

6

【Form of Application】

OL

【Number of Pages in Document】

10

【Theme Code (For Reference)】

5 F0045F033

【F Term (For Reference)】

5 F004 AA01 AA16 BA 03 BB14 CA04 DA00 DA04 DA25  
DA26 DB02 DB07 DB08 DB10 DB26 EB01 EB03 5F033  
JJ18 JJ19 JJ33 PP06 PP15 QQ08 QQ09 QQ11 QQ15 QQ37  
RR04 WW04 XX00

**Filing****【審査請求】**

未請求

**(21)【出願番号】**

特願平11-156422

**(22)【出願日】**

平成11年6月3日(1999. 6. 3)

**[Request for Examination]**

Unrequested

**(21) [Application Number]**

Japan Patent Application Hei 11 - 156422

**(22) [Application Date]**

1999 June 3 days (1999.6 . 3)

**Parties****Applicants****(71)【出願人】****【識別番号】**

000002428

**【氏名又は名称】**

芝浦メカトロニクス株式会社

**【住所又は居所】**

神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地1

**(71) [Applicant]****[Identification Number]**

000002428

**[Name]**

SHIBAURA MECHATRONICS KK

**[Address]**Kanagawa Prefecture Yokohama City Sakae-ku Kasama-cho  
1000 1**(71)【出願人】****【識別番号】**

000003078

**【氏名又は名称】**

株式会社東芝

**【住所又は居所】**

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

**(71) [Applicant]****[Identification Number]**

000003078

**[Name]**

TOSHIBA CORPORATION (DB 69-054-3517)

**[Address]**Kanagawa Prefecture Kawasaki City Saiwai-ku  
Horikawa-cho 72**Inventors****(72)【発明者】****【氏名】**

佐藤 興一

**【住所又は居所】**神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式  
会社東芝横浜事業所内**(72) [Inventor]****[Name]**

Sato Koichi

**[Address]**Inside of Kanagawa Prefecture Yokohama City Isogo-ku  
Shinsugita-cho 8 Toshiba Corporation (DB 69-054-3517 )  
Yokohama operations center**(72)【発明者】****【氏名】**

神保 定之

**(72) [Inventor]****[Name]**

Jimbo Sadayuki

## 【住所又は居所】

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)【発明者】

## 【氏名】

吉田 幸正

## 【住所又は居所】

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)【発明者】

## 【氏名】

武藤 真

## 【住所又は居所】

神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地1 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

(72)【発明者】

## 【氏名】

田澤 靖志

## 【住所又は居所】

神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地1 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

## Agents

(74)【代理人】

## 【識別番号】

100097629

## 【弁理士】

## 【氏名又は名称】

竹村 壽

## Abstract

(57)【要約】

## 【課題】

大気寿命及び GWP の短いエッチングガスをを使用することにより、エッチング時の排出 PFC 量を削減し、地球温暖化への影響を少なくするケミカルドライエッチング方法を提供する。

## [Address]

Inside of Kanagawa Prefecture Yokohama City Isogo-ku Shinsugita-cho 8 Toshiba Corporation (DB 69-054-3517 ) Yokohama operations center

(72) [Inventor]

## [Name]

Yoshida Yukimasa

## [Address]

Inside of Kanagawa Prefecture Yokohama City Isogo-ku Shinsugita-cho 8 Toshiba Corporation (DB 69-054-3517 ) Yokohama operations center

(72) [Inventor]

## [Name]

Muto truth

## [Address]

Inside of Kanagawa Prefecture Yokohama City Sakae-ku Kasama-cho 1000 1 Shibaura mechatronics KK Yokohama operations center

(72) [Inventor]

## [Name]

Tazawa Yasushi

## [Address]

Inside of Kanagawa Prefecture Yokohama City Sakae-ku Kasama-cho 1000 1 Shibaura mechatronics KK Yokohama operations center

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

## [Identification Number]

100097629

## [Patent Attorney]

## [Name]

Takemura Toshi

(57) [Abstract]

## [Problems to be Solved by the Invention]

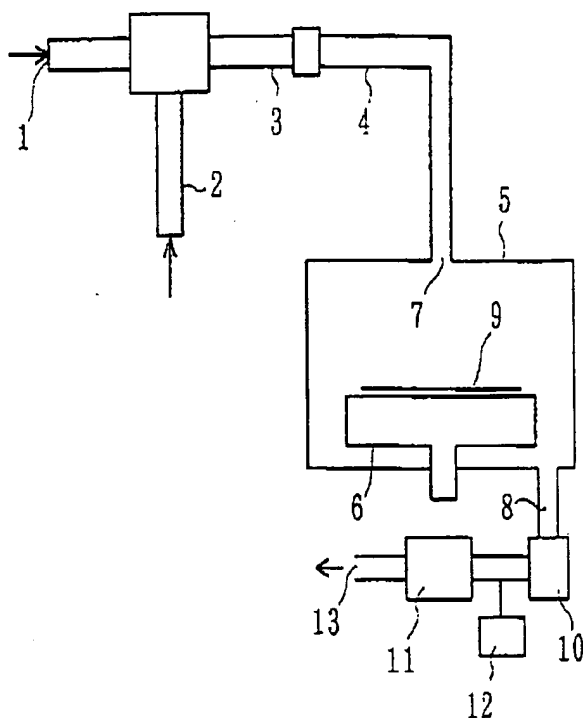
Discharge PF amount of C at time of etching is reduced by using the etching gas where atmospheric lifetime and GWP are short, chemical dry etching method which decreases influence to global warming is offered.

## 【解決手段】

酸素、オクタフルオロシクロペンテン( $C_5F_8$ )及び必要に応じて窒素を含む混合ガスを活性化した後、活性化したガスにより半導体基板 9 又は半導体基板上に形成された被膜のケミカルドライエッチング法をエッチング室 5 内で行う。

大気寿命及びGWPの短いエッチングガスとして  $C_5F_8$  を使用することにより、エッチング時の排出PFC量を削減し地球温暖化への影響を少なくすることができる。

代替ガスとして用いられる大気寿命及び GWP の短い  $C_5F_8$  は PFC ガス削減を目的としたガス材料として期待されている。



## Claims

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

酸素及びオクタフルオロシクロペンテンを含む混合ガスを活性化する工程と、前記活性化されたガスを導入して半導体基板もしくはこの半導体基板上に形成された被膜をエッチングする工程とを具備したことを特徴とするケミカルドライエッチング方法。

## 【請求項 2】

## [Means to Solve the Problems]

semiconductor substrate 9 or chemical dry etching method of coating which was formed on semiconductor substrate is done inside etching chamber 5 oxygen, octafluoro cyclopentene ( $C_5F_8$ ) and after activating mixed gas which includes according to need nitrogen, with gas which is activated.

Discharge PF amount of C at time of etching is reduced by using the  $C_5F_8$  as etching gas where atmospheric lifetime and GWP are short, and influence to global warming can be made little.

$C_5F_8$  where atmospheric lifetime and GWP which are used as substitute gas are short is expected as gas material which designates PFC gas reduction as objective.

## [Claim(s)]

## [Claim 1]

step. description above which activates mixed gas including the oxygen and octafluoro cyclopentene introducing gas which is activated, it possessed step which coating which was formed on semiconductor substrate or this semiconductor substrate etching is done chemical dry etching method. which is made feature

## [Claim 2]

前記混合ガスにはさらに窒素を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のケミカルドライエッチング方法。

【請求項 3】

前記被膜は、フォトリソ膜、ポリシリコン膜、シリコン窒化膜のいずれかであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のケミカルドライエッチング方法。

【請求項 4】

活性化された前記窒素を含む混合ガスは、シリコン窒化膜をエッチングすることを特徴とする請求項 2 に記載のケミカルドライエッチング方法。

【請求項 5】

前記混合ガス中の窒素濃度は、20vol%以下であることを特徴とする請求項 2 又は請求項 4 に記載のケミカルドライエッチング方法。

【請求項 6】

前記混合化されたガス中のオクタフルオロシクロペンテン濃度は、20vol%以下であることを特徴とする請求項 1乃至請求項 5のいずれかに記載のケミカルドライエッチング方法。

Specification

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置に対するケミカルドライエッチング方法に係り、とくに排出 PFC(Per Fluoro Carbon)量を抑えたエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体装置の製造において、半導体基板や半導体基板上に形成された半導体膜、絶縁膜、導体膜などの成膜をエッチングするケミカルドライエッチング(CDE;Chemical Dry Etching)法を利用することが知られている。

例えば、半導体基板の拡散領域や下層配線層等の導電層に達する層間絶縁膜の接続孔内に接続用金属膜を埋め込み形成する場合、以下のような工程で形成される。

chemical dry etching method, which is stated in Claim 1 which furthermore includes the nitrogen to aforementioned mixed gas and makes feature

[Claim 3]

Aforementioned coating, photoresist film, polysilicon membrane, is any of the silicon nitride film and chemical dry etching method, which is stated in Claim 1 or Claim 2 which is made feature

[Claim 4]

chemical dry etching method, which is stated in Claim 2 which silicon nitride film etching does mixed gas which includes aforementioned nitrogen which is activated, makes feature

[Claim 5]

nitrogen concentration in aforementioned mixed gas is 20 vol% or less and chemical dry etching method, which is stated in Claim 2 or Claim 4 which is made feature

[Claim 6]

octafluoro cyclopentene concentration in gas which aforementioned it is mixed is converted is 20 vol% or less and chemical dry etching method, which is stated in any of Claim 1 to Claim 5 which is made feature

[Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention]

this invention relates to chemical dry etching method for semiconductor device, regards etching method which held down especially discharge PFC (Per Fluoro carbon ) quantity.

[0002]

[Prior Art]

Until recently, etching is done chemical dry etching (CDE; Chemical Dry Etching ) method which is utilized has been known semiconductor substrate and semiconductor film, insulating film, conductor film or other film formation which was formed on semiconductor substrate at time of producing semiconductor device.

When pad it forms metal film for connection in scattering region of the for example semiconductor substrate and inside connecting hole of interlayer insulation film which reaches to bottom layer metallization layer or other conducting layer, like below it is formed with step.

まず、導電層を含む半導体基板上に層間絶縁膜を形成し、次に、所定のパターンを有するフォトリソグなどのマスクを用いてこの層間絶縁膜をドライエッチング方法などによりエッチングして導電層に達する接続孔を形成する。

その後、バリアメタルと呼ばれるチタン膜とチタン化合物膜の複合膜又はチタン化合物膜などをスパッタリングなどの方法により接続孔内及び層間絶縁膜上に成膜させる。

さらにタングステン膜を CVD(Chemical Vapour Deposition)方法などにより接続孔内を埋め込むように層間絶縁膜上に成膜させる。

そして、次に接続孔内以外のタングステン膜とバリアメタル膜を除去することによりバリアメタル層とタングステン層からなる金属膜を接続孔に埋め込むことができる。

この場合、ケミカルドライエッチング法(以下、CDE 法という)により接続孔内以外のタングステン膜を除去し、その後 CMP(Chemical Mechanical Polishing)法により層間絶縁膜上のバリアメタル層をポリッシング除去している。

#### 【0003】

CDE 法は、放電部が離れているために荷電粒子の入射がほとんど無く、下地へのダメージが少ない。

また等方的にエッチングされるため側壁のエッチング残りが生じることもない。

この方法を用いタングステンをエッチバックして埋め込みタングステン配線を形成するなどが行われている。

CDE 法によるポリシリコンなどの半導体、シリコン酸化物、シリコン窒化物などのシリコン化合物、タングステンなどの導電体、フォトリソグなどの絶縁物のエッチングを実施する場合には、エッチングガスとして主に  $\text{CF}_4$  などの PFC が使用されている。

しかし、現在使用されている PFC は、大気寿命及び GWP(Global Warming Potential)が長く地球温暖化への効果が高いので排出量の削減が強く望まれているのが現状である。

表 1 にこのケミカルドライエッチング法に使用される代表的な PFC と本発明に用いる  $\text{C}_5\text{F}_8$  の GWP 及び大気寿命(単位:年)を記載する。

First, interlayer insulation film is formed on semiconductor substrate which includes conducting layer, next, making use of photoresist or other mask which possesses predetermined pattern this interlayer insulation film the etching is done with dry etching method etc and connecting hole which reaches to the conducting layer is formed.

After that, titanium film and composite membrane or titanium compound film etc which of the titanium compound film is called barrier metal film formation is done inside connecting hole and on interlayer insulation film with sputtering or other method .

Furthermore in order to imbed inside connecting hole tungsten film with the CVD (Chemical Vapour deposition) method etc, film formation it does on interlayer insulation film.

barrier metal layer and metal film which consists of tungsten layer are imbedded to connecting hole, and, next with tungsten film other than inside connecting hole and removing barrier metal film it is possible .

In this case, tungsten film other than inside connecting hole is removed with chemical dry etching method (Below, you call CD E method), barrier metal layer on interlayer insulation film polishing is removed after that with CMP (Chemical Mechanical Polishing) method.

#### 【0003】

CD E method incidence of charge particle for most part is not because discharge part is left, damage to substrate is little.

In addition because etching it is done in isotropic, there are not either times when etching remnant of side wall occurs.

etchback doing tungsten making use of this method, it forms embedded tungsten metallization such as it is done.

When etching of polysilicon or other semiconductor, silicon oxide, silicon nitride or other silicon compound, tungsten or other conductor, photoresist or other insulator is executed with CD E method,  $\text{CF}_4$  or other PFC is used mainly as etching gas.

But, because as for PFC which presently is used, atmospheric lifetime and GWP (Global Warming potential) to be long effect to global warming are high fact that reduction of effluent amount is strongly desired is present state.

GWP and atmospheric lifetime (unit: year) of  $\text{C}_5\text{F}_8$  which is used for representative PFC and this invention which are used for this chemical dry etching method for Table 1 are stated.

【0004】

【表 1】

主な PFC の GWP と大気寿命(単位:年)

ガス種	GWP	大気寿命
CF <sub>4</sub>	6 5 0 0	5 0 0 0 0
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	1 2 5 0 0	1 0 0 0 0
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	9 1 0 0	3 2 0 0
C <sub>5</sub> F <sub>8</sub>	9 0	0. 9 8

半導体基板にケミカルドライエッチング法を実施する際において、PFC 排出量削減の方法として、プロセス条件の最適化、PFC の回収、リサイクル及び代替ガスの検討などを複合して実施しているのが現状である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上述べたように、ケミカルドライエッチング法による半導体、シリコン化合物、タングステン、フォトリソグリスなどのエッチングの際に、エッチングガスとして主に大気寿命及び GWP が長く地球温暖化効果の高い PFC が使用されているが、地球温暖化の観点からこれらの排出量の削減が強く望まれているのが現状である。

本発明は、このような事情によりなされたものであり、大気寿命及び GWP の短いエッチングガスを使用することにより、エッチング時の排出 PFC 量を削減し、地球温暖化への影響を少なくするケミカルドライエッチング方法を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、酸素(O<sub>2</sub>)、オクタフルオロシクロペンテン(C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>)及び必要に応じて窒素(N<sub>2</sub>)を含むガスを混合し、この混合されたガスを活性化した後、活性化したガスにより半導体基板あるいは半導体基板上に形成された被膜のケミカルドライエッチング法を行うことを特徴としている。

大気寿命及び GWP の短いエッチングガスとして C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> を使用することにより、エッチング時の排出 PFC 量を削減し、地球温暖化への影響を少なくすることができる。

本発明において代替ガスとして用いられる大気

【0004】

[Table 1]

GWP and atmospheric lifetime of main PFC (unit: year)

When executing chemical dry etching method in semiconductor substrate, compounding recovery, the recycle of optimization, PFC of process condition and examination etc of substitute gas in, as method of PFC effluent amount reduction, fact that it has executed is present state.

【0005】

[Problems to be Solved by the Invention]

As above expressed, case of semiconductor, silicon compound, tungsten, photoresist or other etching, mainly atmospheric lifetime and the GWP to be long PFC whose global warming effect is high are used with chemical dry etching method as etching gas, but fact that reduction of these effluent amount is strongly desired from viewpoint of global warming is present state.

As for this invention, being something which can be depended on this kind of situation, it is something which offers chemical dry etching method which reduces the discharge PFC amount of C at time of etching by using etching gas where the atmospheric lifetime and GWP are short, decreases influence to global warming.

【0006】

[Means to Solve the Problems]

this invention, oxygen (O<sub>2</sub>), octafluoro cyclopentene (C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>) and mixes gas which includes according to need nitrogen (N<sub>2</sub>), does semiconductor substrate or chemical dry etching method of coating which was formed on semiconductor substrate this after activating gas which is mixed, with gas which is activated, it has made feature.

Discharge PFC amount of C at time of etching is reduced by using the C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> as etching gas where atmospheric lifetime and GWP are short, influence to global warming can be made little.

Regarding to this invention, C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> where atmospheric lifetime

寿命及びGWPの短い $C_5F_8$ は、PFCガス削減を目的としたガス材料として期待されている。

$C_5F_8$ ガスの物性は、下記の表2に示された通りである。

【0007】

【表2】  $C_5F_8$  物性

	$C_5F_8$ (オクタフルオロシクロペンテン)
沸 点	27℃
分子量	212
蒸気圧	614mmHg (21℃)、256mmHg (0℃)
比 重	1.58
その他	無色の液体(わずかな特異臭)及び水にほとんど不溶である。アセトンには可溶である。

【0008】

本発明のケミカルドライエッチング法においては、 $C_5F_8$ 濃度を20vol%以下とする。

本発明では、半導体基板もしくは半導体基板に形成されたフォトリソ膜、ポリシリコン膜、シリコン窒化膜などの被膜をエッチングする場合には、 $C_5F_8$ ガスの濃度を20vol%より多くしてもエッチングは、可能である(エッチングレートが十分高い)が、エッチング装置の放電管内部に堆積物が堆積し、使用不能になる可能性があるため、 $C_5F_8$ 濃度を20vol%以下に限定しなければならない。

図3に示すように、本発明に係るエッチングを前記被膜に対して行う場合において、シリコン酸化物に対する選択比は十分認められる。

また、エッチングの均一性も十分認められる。

図3は、本発明の方法によりポリシリコン膜をエッチングする場合におけるエッチングレート(◆-◆)、表面均一性(■-■)及び対シリコン酸化物選択比(△-△)のエッチングガス中の $C_5F_8$ 濃度依存性を示す特性図である。

【0009】

図3は、縦軸左側がポリシリコンエッチングレート(nm/min)を表わし、右側がポリシリコン膜表面の均一性(±(%))及びポリシリコン膜の対シリコン酸化物選択比(1/SiO<sub>2</sub>)を表わしている。

and GWP which are used as substitute gas are short is expected as gas material which designates PFC gas reduction as objective.

property of  $C_5F_8$  gas is, as shown in below-mentioned Table 2.

[0007]

[0008]

Regarding chemical dry etching method of this invention,  $C_5F_8$  concentration is designated as 20 vol% or less.

With this invention, when photoresist film, polysilicon membrane which was formed to semiconductor substrate or semiconductor substrate, etching it does silicon nitride film or other coating, making concentration of the  $C_5F_8$  gas more than 20 vol%, (etching rate fully is high.) which is possible, deposit to accumulate etching, inside discharge tube of etching equipment, because there is a possibility which becomes unuseable, you must limit  $C_5F_8$  concentration in 20 vol% or less.

As shown in Figure 3, when etching which relates to this invention is done vis-a-vis aforementioned coating putting, selectivity for the silicon oxide is recognized fully.

In addition, also uniformity of etching is recognized fully.

As for Figure 3, when etching it does polysilicon membrane, with the method of this invention etching rate which can be put (\*-\*), surface uniformity (\*-\*) and it is a characteristic graph which shows  $C_5F_8$  concentration dependency in etching gas of anti-silicon oxide selectivity (\*-\*).

[0009]

As for Figure 3, vertical axis left side displays polysilicon etching rate (nm/min), right side uniformity of polysilicon film surface (+/- (%)) and has displayed anti-silicon oxide selectivity (1/SiO<sub>2</sub>) of polysilicon membrane.



図 3 において、 $C_5F_8$  濃度が 20vol% を越えても高いエッチングレートを維持しているが、前述のように堆積物が堆積するのでこれ以上の濃度は不可である。

また前記均一性は、この濃度が 20vol% の場合に最も高くこの前後で高い均一性が得られている。

対シリコン酸化物選択比の曲線( $\Delta$ - $\Delta$ )は、この濃度が 20vol% のときにピークがあり、20vol% 以上でも高い選択比を有していることが分かる。

【0010】

図 4 は、本発明の方法によりシリコン窒化膜をエッチングする場合におけるエッチングレート(◆-◆)、表面均一性(■-■)及び対シリコン酸化物選択比( $\Delta$ - $\Delta$ )のエッチングガス中の  $C_5F_8$  濃度依存性を示す特性図である。

図 4 は、縦軸左側がシリコン窒化膜エッチングレート(nm/min)を表わし、右側がシリコン窒化膜表面の均一性(±(%))及び対シリコン酸化物選択比(1/SiO<sub>2</sub>)を表わしている。

この図において、 $C_5F_8$  濃度が 20vol% 以下の範囲(図示の範囲は約 8vol%~12vol%)において高いエッチングレートを維持している。

また、前記均一性は、この濃度が 20vol% 以下の範囲(図示の範囲は約 8vol%~12vol%)において高い値(4%以下)が与えられている。

対シリコン酸化物選択比の曲線( $\Delta$ - $\Delta$ )は、この濃度が 20vol% 以下(図示の範囲は約 9.4vol%~19vol%)のときにほぼ均一な高い値が得られる。

【0011】

図 5 は、本発明の方法によりフォトレジスト膜をアッシングする場合におけるアッシングレート(◆-◆)及び表面均一性(■-■)のアッシングガス中の  $C_5F_8$  濃度依存性を示す特性図である。

図 5 は、縦軸左側がフォトレジスト膜アッシングレート(nm/min)を表わし、右側がフォトレジスト膜表面の均一性(±(%))を表わしている。

この図において、 $C_5F_8$  濃度が 20vol% の範囲において高いアッシングレートを維持している。

とくに約 3vol%~3.6vol% の低濃度の範囲で高いアッシングレートを維持している。

また、前記均一性は、この濃度が 20vol% 以下

In Figure 3,  $C_5F_8$  concentration exceeding 20 vol%, high etching rate is maintained, but aforementioned way because deposit accumulates, concentration above this is impossible.

In addition as for aforementioned uniformity, when this concentration is 20 vol%, to be highest high uniformity is acquired at this front and back.

curve (\*-\*) of anti-silicon oxide selectivity, when this concentration is 20 vol%, is a peak, has possessed high selectivity with as much as 20 vol% or more understands.

【0010】

As for Figure 4, when etching it does silicon nitride film, with method of this invention etching rate which can be put (\*-\*), surface uniformity (\*-\*) and it is a characteristic graph which shows  $C_5F_8$  concentration dependency in etching gas of anti-silicon oxide selectivity (\*-\*).

As for Figure 4, vertical axis left side displays silicon nitride film etching rate (nm/min), right side uniformity of silicon nitride film surface (+/- (%)) and has displayed anti-silicon oxide selectivity (1/SiO<sub>2</sub>) of silicon nitride film.

In this figure,  $C_5F_8$  concentration high etching rate is maintained in range (As for range in illustration approximately 8 vol%~12 vol%) of 20 vol% or less.

In addition, as for aforementioned uniformity, this concentration high value (4% or less) is given in range (As for range in illustration approximately 8 vol%~12 vol%) of 20 vol% or less.

As for curve (\*-\*) of anti-silicon oxide selectivity, when this concentration is 20 vol% or less (As for range in illustration approximately 9.4 vol%~19 vol%), almost uniform high value is acquired.

【0011】

As for Figure 5, when ashing it does photoresist film, with method of this invention ashing rate which can be put (\*-\*) and it is a characteristic graph which shows  $C_5F_8$  concentration dependency in ashing gas of surface uniformity (\*-\*).

As for Figure 5, vertical axis left side displays photoresist film ashing rate (nm/min), right side has displayed uniformity (+/- (%)) of photoresist film surface.

In this figure,  $C_5F_8$  concentration high ashing rate is maintained in range of 20 vol%.

High ashing rate is maintained in range of low concentration of especially approximately 3 vol%~3.6 vol%.

In addition, as for aforementioned uniformity, this

の範囲において高い値が与えられている。

とくに約 3vol%~4vol%の範囲で 10%以下になっている。

図 6 は、本発明の方法によりシリコン窒化膜をエッチングする場合におけるエッチングレート(◆-◆)及び表面均一性(■-■)のエッチングガス中の N<sub>2</sub> 濃度依存性を示す特性図である。

図 6 は、縦軸左側がシリコン窒化膜エッチングレート(nm/min)を表わし、右側がシリコン窒化膜表面の均一性(±(%))を表わしている。

この図において、N<sub>2</sub> 濃度が 20vol%を越えても高いエッチングレートを維持している。

また、前記均一性及びエッチングレートは、約 10vol%~20vol%の範囲で高い均一性及びエッチングレートが得られている。

#### 【0012】

すなわち、本発明のケミカルドライエッチング方法は、酸素及びオクタフルオロシクロペンテンを含む混合ガスを活性化する工程と、前記活性化されたガスを導入して半導体基板もしくはこの半導体基板上に形成された被膜をエッチングする工程とを具備したことを特徴としている。

前記混合ガスにはさらに窒素を含むようにしても良い。

前記被膜は、フォトリソ膜、ポリシリコン膜、シリコン窒化膜のいずれかであるようにしても良い。

前記窒素を含む混合化され、活性化されたガスは、シリコン窒化膜をエッチングするようにしても良い。

前記混合化されたガス中の窒素濃度は、20vol%以下であるようにしても良い。

前記混合化されたガス中のオクタフルオロシクロペンテン濃度は、20vol%以下であるようにしても良い。

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して発明の実施の形態を説明する。

図 1 は、本発明を実施するために使用されるダウンフロータイプの放電分離型ケミカルドライエッチング装置(以下、CDE 装置という)の概略断面図である。

CDE 装置は、反応容器(エッチング室)5を有して

concentration high value is given in range of 20 vol% or less.

In range of especially approximately 3 vol%~4 vol% it has become 10% or less.

As for Figure 6, when etching it does silicon nitride film, with method of this invention etching rate which can be put (\*-\*) and it is a characteristic graph which shows N<sub>2</sub> concentration dependency in etching gas of surface uniformity (\*-\*).

As for Figure 6, vertical axis left side displays silicon nitride film etching rate (nm/min), right side has displayed uniformity (+/- (%)) of silicon nitride film surface.

In this figure, N<sub>2</sub> concentration exceeding 20 vol%, high etching rate is maintained.

In addition, as for aforementioned uniformity and etching rate, high uniformity and etching rate are acquired in range of approximately 10 vol%~20 vol%.

#### 【0012】

chemical dry etching method of namely, this invention step, description above which activates the mixed gas which includes oxygen and octafluoro cyclopentene introducing gas which is activated, possessed step which coating which was formed on semiconductor substrate or this semiconductor substrate etching is done has designated as feature.

In aforementioned mixed gas furthermore to include nitrogen it is good.

Aforementioned coating photoresist film, polysilicon membrane, to be any of the silicon nitride film is good.

Include aforementioned nitrogen to be mixed converted, gas which is activated etching to do silicon nitride film is good.

nitrogen concentration in gas which aforementioned it is mixed is converted to be 20 vol% or less is good.

octafluoro cyclopentene concentration in gas which aforementioned it is mixed is converted to be 20 vol% or less is good.

#### 【0013】

##### [Embodiment of the Invention]

Below, referring to drawing, you explain Embodiment of Invention.

Figure 1 is conceptual cross section diagram of discharge separation type chemical dry etching equipment (Below, you call CD E equipment) of downflow type which is used in order to execute this invention.

CD E equipment reactor (etching chamber) has had 5, silicon

おり、シリコンウェハなどの被処理基体 9 は、反応容器 5 内に収納された試料台 6 上に載置されている。

試料台 6 は、温度制御が可能であり、被処理基体 9 を所定の温度に調節できるようになっている。

酸素ガス、 $C_5F_8$  ガス及び必要に応じて含まれる窒素ガスを含む混合ガスは、放電管上流のガス導入口 1 より導入される。

放電管 3 の中央部分にはマイクロ波導波管 2 が設けられている。

ガス導入口 1 より導入された混合ガスは、マイクロ波導波管 2 により照射されるマイクロ波 (2.45GHz) により励起される。

励起されたガスは、ガス輸送管 4 を通り、ガス輸送管 4 下流の励起ガス供給口 7 から反応容器 5 内に導入される。

励起された混合ガスは、ラジカル及び中性ガスとなり反応容器内 5 に導入されるようになっている。

また、マイクロ波のパワ-及び反応容器 5 内の圧力は所定の設定値に自動制御されるように構成されている。

【0014】

励起された混合ガスにより被処理基体 9 がドライエッチングされた後、混合ガスは排ガスとなって排気管 8 から外部へ排出される。

排気管 8 から排出される排ガスはポンプ 10 によって排ガス除害装置 11 に送られ、排ガス排出口 13 から外部へ排出される。

排ガス中の PFC の分析は、ポンプ 10 と排ガス除害装置 11 間に設けられたガスクロマト測定器 12 で測定することによって行われる。

次に、以上のように構成された CDE 装置を用いて行われるポリシリコン膜のケミカルドライエッチング方法について説明する。

反応容器内に設置された試料台の温度を 25 deg C に設定し、試料台に設置されたシリコンウェハ上に形成されたポリシリコン膜の温度調節をする。

反応容器内の圧力を 40Pa 一定にし、 $C_5F_8$  と  $O_2$  の流量がそれぞれ 100sccm と 400sccm となる混合ガスを放電管上流より流し、700W のマイクロ波を導波管より放電管に照射して混合ガスを励起して、輸送管から反応容器内に混合ガスラジ

wafer or other substrate being treated 9 is mounted on sample stage 6 which is stored up inside reactor 5.

sample stage 6, temperature control being possible, is designed in such a way that you can adjust substrate being treated 9 in predetermined temperature.

oxygen gas,  $C_5F_8$  gas and according to need mixed gas which includes nitrogen gas which is included is introduced from gas inlet 1 of discharge tube upstream.

microwave waveguide 2 is provided in center part of discharge tube 3.

mixed gas which is introduced excitation is done from gas inlet 1 by the microwave (2.45 GHz) which is irradiated by microwave waveguide 2.

gas which excitation is done passes by gas transport tube 4, from excitation gas supply port 7 of gas transport tube 4 downstream is introduced into reactor 5.

mixed gas which excitation is done becomes radical and neutral gas and is designed in such a way that it is introduced into reactor 5.

In addition, power of microwave and pressure inside reactor 5 are formed in order automatic control to be done in predetermined setting.

[0014]

substrate being treated 9 dry etching after being done, as for mixed gas becoming the exhaust gas, from exhaust pipe 8 is discharged to outside by mixed gas which excitation is done.

exhaust gas which is discharged from exhaust pipe 8 is sent by exhaust gas scrubbing equipment 11 with pump 10, from exhaust gas outlet 13 is discharged to outside.

Analysis of PFC in exhaust gas, it is done with pump 10 and gas chromatography measuring apparatus 12 which is provided between exhaust gas scrubbing equipment 11 it measures by.

Next, like above you explain concerning chemical dry etching method of polysilicon membrane which is done making use of CDE equipment which is formed.

temperature of sample stage which is installed inside reactor is set to 25 deg C, temperature adjustment of polysilicon membrane which was formed on the silicon wafer which is installed in sample stage is done.

40 making pressure inside reactor Pa fixed, letting flow the mixed gas where flow of  $C_5F_8$  and  $O_2$  respectively becomes 100 sccm and 400 sccm from discharge tube upstream, microwave of 700 W from waveguide irradiating to discharge tube and excitation doing mixed gas, from transport

カルを導入する。

【0015】

このような条件でポリシリコン膜をエッチングしたところ、エッチング速度が 307nm/min、被処理表面の均一性が±2.6%、対シリコン酸化物の選択比が 39 となり、従来使用していた CF<sub>4</sub> ガスプロセス (700W、40Pa 一定、O<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub>=60/150sccm) において、エッチング速度が 356nm/min、被処理表面の均一性が±2.2%、対シリコン酸化物の選択比が 37)と同程度のエッチング特性を得ることができた。

表 3 に C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセスと CF<sub>4</sub> プロセスのポリシリコン膜のエッチング特性をまとめる。

また、C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> 流量を全体のガス流量の 20vol% 以下にすることにより放電管及び輸送管への C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> と酸素との中間生成物の発生を抑えることができた。

ガスクロマト測定器による C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセスと CF<sub>4</sub> プロセス時の排ガス中の温暖化ガス発生量の測定結果を表 4 にまとめた。

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセス中には、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> や C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> などの CF<sub>4</sub> 以外の温暖化ガスの発生は見られなかった。

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガスを使用することにより CF<sub>4</sub> ガスプロセスと比較してウエーハ 1 枚当たりの温暖化効果の測定結果(PFC 排出量 × GWP=温暖化効果値とする)は、93%以上削減することができた。

【0016】

【表 3】

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセスと CF<sub>4</sub> プロセスのポリシリコン膜のエッチング特性

	エッチング速度 [nm/min]	均一性 [%]
CF <sub>4</sub> プロセス	356	±2.2
C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> プロセス	307	±2.6

【0017】

同じ様に CDE 装置を用いてシリコン窒化膜及びフォトレジスト膜をケミカルドライエッチングした場合の C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガスの効果について説明する。

まず、反応容器内に設置された試料台の温度を 25 deg C に設定し、シリコンウェハに形成されたシリコン窒化膜を温度調節する。

tube it introduces mixed gas radical into reactor.

【0015】

With this kind of condition when etching it does polysilicon membrane, the CF<sub>4</sub> gas process where etching rate uniformity of 307 nm/min, treated surface +/- 2.6%, selectivity of anti-silicon oxide becomes with 39, has used until recently (In 700 W, 40 Pa uniformity and O<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub>=60/150 sccm, etching rate uniformity of 356 nm/min, treated surface +/- 2.2%, selectivity of anti-silicon oxide 37) with the etching characteristic of same extent could be acquired.

etching characteristic of poly ti Lithospermum root film of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> process and CF<sub>4</sub> process is collected to Table 3.

In addition, occurrence of intermediate product of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> and oxygen to the discharge tube and transport tube is held down C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> flow by making 20 vol% or less of the gas flow of entirety it was possible.

measurement result of warming amount of gas generation in exhaust gas at time of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> process and the CF<sub>4</sub> process was collected to Table 4 with gas chromatography measuring apparatus.

Occurrence of warming gas other than C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> and C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> or other CF<sub>4</sub> was not seen in C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> process.

93% or more reduces measurement result (It makes PFC effluent amount X GWP=warming effective value.) of warming effect of wafer per each, was possible by using C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas by comparison with CF<sub>4</sub> gas process.

【0016】

[Table 3]

【0017】

In same way you explain concerning effect of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas when chemical dry etching it does silicon nitride film and photoresist film making use of CD Equipment.

First, temperature of sample stage which is installed inside reactor is set to 25 deg C, silicon nitride film which was formed to silicon wafer temperature adjustment is done.

反応容器内の圧力は90Pa一定にし、 $C_5F_8$ と $O_2$ と $N_2$ の流量がそれぞれ130sccmと945sccmと145sccmとなる混合ガスを放電管に流し、さらに、700Wのマイクロ波を導波管から放電管へ照射して混合ガスを励起する。

そして、励起された混合ガスのラジカルを反応容器内へ導入する。

【0018】

【表 4】

$C_5F_8$  プロセスと $CF_4$  プロセスによるポリシリコン膜エッチング時の温暖化ガス発生量

エッチング条件	エッチング速度 [nm/min]	μ波放電	処理中の温暖化ガス発生量 [sccm/Wafer]			時間 [sec]	ウェハ1枚当たりの 温暖化効果 [a.u]
			CF4	C5F8	CO2		
CF4 プロセス	356	有り	38	0	0	15	720343
C5F8 プロセス	307	無し	77	0	93	76	
		有り	0	25	0	15	45247
		無し	7	0	430	86	
C5F8を用いた場合のGWP低減率(CF4プロセス比) %							93.7

【0019】

同じ様にCDE装置を用いてシリコン窒化膜及びフォトリソ膜をケミカルドライエッチングした場合の $C_5F_8$ ガスの効果について説明する。

まず、反応容器内に設置された試料台の温度を25 deg Cに設定し、シリコンウェハに形成されたシリコン窒化膜を温度調節する。

反応容器内の圧力は90Pa一定にし、 $C_5F_8$ と $O_2$ と $N_2$ の流量がそれぞれ130sccmと945sccmと145sccmとなる混合ガスを放電管に流し、さらに、700Wのマイクロ波を導波管から放電管へ照射して混合ガスを励起する。

そして、励起された混合ガスのラジカルを反応容器内へ導入する。

このような条件でシリコン窒化膜をケミカルドライエッチングしたところ、エッチング速度が135nm/min、被処理膜表面の均一性が±1.5%、対シリコン酸化物の選択比が11となり、従来使用されていた $CF_4$ プロセス(700W、

pressure inside reactor 90 makes Pa fixed, lets flow mixed gas where flow of  $C_5F_8$  and  $O_2$  and  $N_2$  respectively becomes 130 sccm and 945 sccm and 145 sccm to discharge tube, furthermore, microwave of 700 W from waveguide irradiates to the discharge tube and excitation does mixed gas.

And, radical of mixed gas which excitation is done is introduced to inside reactor.

【0018】

[Table 4]

【0019】

In same way you explain concerning effect of  $C_5F_8$  gas when chemical dry etching it does silicon nitride film and photoresist film making use of CDE equipment.

First, temperature of sample stage which is installed inside reactor is set to 25 deg C, silicon nitride film which was formed to silicon wafer temperature adjustment is done.

pressure inside reactor 90 makes Pa fixed, lets flow mixed gas where flow of  $C_5F_8$  and  $O_2$  and  $N_2$  respectively becomes 130 sccm and 945 sccm and 145 sccm to discharge tube, furthermore, microwave of 700 W from waveguide irradiates to the discharge tube and excitation does mixed gas.

And, radical of mixed gas which excitation is done is introduced to inside reactor.

With this kind of condition when chemical dry etching it does silicon nitride film, etching rate uniformity of 135 nm/min, suffering treated film surfaces +/- 1.5%, selectivity of anti-silicon oxide became with 11,  $CF_4$  process which is used until recently (In 700 W, 90 Pa,  $O_2/CF_4/N_2=320/400/80$  sccm,

90Pa、 $O_2/CF_4/N_2=320/400/80$ sccmにおいて、エッチング速度が 96nm/min、被処理膜表面の均一性が $\pm 2.9\%$ 、対シリコン酸化物の選択比が 10)と同程度のエッチング特性が得られた。

表 5 に  $C_5F_8$  プロセスと  $CF_4$  プロセスのエッチング特性を記載する。

そして、表 6 にガスクロマト測定器による  $C_5F_8$  プロセスと  $CF_4$  プロセス時の排ガス中の温暖化ガス発生量の測定結果を記載する。

$C_5F_8$  プロセス中には、 $C_3F_6$  や  $C_3F_8$  などの  $CF_4$  以外の温暖化ガスの発生は見られなかった。

そして、 $C_5F_8$  ガス流量を全体のカス流量の約 11vol%にすることにより  $CF_4$  ガスプロセスと比較してウエーハ 1 枚当たりの温暖化効果(PFC 排出量 $\times$ GWP=温暖化効果値とする)は、97.9%以上削減することが出来た。

【0020】

【表 5】

$C_5F_8$  プロセスと  $CF_4$  プロセスのシリコン窒化膜のエッチング特性

	エッチング速度 [nm/min]	均一性 [%]
$CF_4$ プロセス	96	$\pm 2.9$
$C_5F_8$ プロセス	135	$\pm 1.5$

【0021】

【表 6】

etching rate uniformity of 96 nm/min、suffering treated film surfaces $\pm 2.9\%$ , selectivity of anti-silicon oxide 10) with etching characteristic of same extent acquired.

etching characteristic of  $C_5F_8$  process and  $CF_4$  process is stated in Table 5.

And, in Table 6 measurement result of warming amount of gas generation in exhaust gas at time of  $C_5F_8$  process and  $CF_4$  process is stated with gas chromatography measuring apparatus.

Occurrence of warming gas other than  $C_3F_6$  and  $C_3F_8$  or other  $CF_4$  was not seen in  $C_5F_8$  process.

97.9% or more reduces warming effective (It makes PFC effluent amount  $\times$  GWP=warming effective value.) of wafer per each, was possible and,  $C_5F_8$  gas flow by making approximately 11 vol% of gas flow of entirety by comparison with  $CF_4$  gas process.

[0020]

[Table 5]

[0021]

[Table 6]

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセスとCF<sub>4</sub> プロセスによるシリコン窒化膜エッチング時の温暖化ガス発生量

エッチング条件	エッチング速度 [nm/min]	μ波放電	処理中の温暖化ガス発生量 [sccm/Wafer]			時間 [sec]	ウェハ1枚当たりの 温暖化効果 [a. u.]
			CF <sub>4</sub>	C <sub>5</sub> F <sub>8</sub>	CO <sub>2</sub>		
CF <sub>4</sub> プロセス	96	有り	100	0	0	15	3609160
		無し	473	0	153	99	
C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> プロセス	135	有り	0	33	0	15	76600
		無し	11	0	887	73	
C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> を用いた場合のGWP低減率 (CF <sub>4</sub> プロセス比) %							97.9

【0022】

次に、反応容器内に設置された試料台の温度を 70 deg C に設定し、シリコンウェハに形成されたフォトリソ膜を温度調節する。

反応容器内の圧力は 50Pa 一定にし、C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> と O<sub>2</sub> の流量がそれぞれ 20sccm と 530sccm となる混合ガスを放電管に流し、さらに、700W のマイクロ波を導波管から放電管へ照射して混合ガスを励起する。

そして、励起された混合ガスのラジカルを反応容器内へ導入する。

このような条件でフォトリソ膜をケミカルドライエッチングしたところ、エッチング速度が 2129nm/min、被処理膜表面の均一性が ±2.9% となり、従来使用していた CF<sub>4</sub> ガスプロセス (700W、30Pa、O<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub> = 300/50sccm) において、エッチング速度が 1700nm/min、被処理膜表面の均一性が ±1.8%) と同程度のエッチング特性が得られる。

表 7 に C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセスと CF<sub>4</sub> プロセスのフォトリソ膜のエッチング特性を記載する。

そして、ガスクロマト測定器による C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガスプロセスと CF<sub>4</sub> ガスプロセス時の排ガス中の温暖化ガス発生量の測定結果を表 8 に記載する。

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガスプロセス中には、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> や C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> などの CF<sub>4</sub> 以外の温暖化ガスの発生は見られなかった。

【0022】

Next, temperature of sample stage which is installed inside reactor is set to 70 deg C, photoresist film which was formed to silicon wafer temperature adjustment is done.

pressure inside reactor 50 makes Pa fixed, lets flow mixed gas where flow of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> and O<sub>2</sub> respectively becomes 20 sccm and 530 sccm to discharge tube, furthermore, microwave of 700 W from waveguide irradiates to discharge tube and excitation does mixed gas.

And, radical of mixed gas which excitation is done is introduced to inside reactor.

With this kind of condition when chemical dry etching it does photoresist film, etching rate uniformity of 2129 nm/min, suffering treated film surfaces +/- becomes 2.9%, the CF<sub>4</sub> gas process which has been used until recently (In 700 W, 30 Pa, O<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub> = 300/50 sccm, etching rate uniformity of 1700 nm/min, suffering treated film surfaces +/- 1.8%) with etching characteristic of the same extent is acquired.

etching characteristic of photoresist film of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> process and CF<sub>4</sub> process is stated in the Table 7.

And, with gas chromatography measuring apparatus measurement result of warming amount of gas generation in exhaust gas at time of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas process and CF<sub>4</sub> gas process is stated in Table 8.

Occurrence of warming gas other than C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> and C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> or other CF<sub>4</sub> was not seen in C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas process.

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガス流量を全体のガス流量の約 4vol%にすることにより CF<sub>4</sub> ガスプロセスと比較してウェハ 1 枚当たりの温暖化効果(PFC 排出量×GWP=温暖化効果値とする)は 98.1%以上削減することができる。

98.1% or more it can reduce warming effective (It makes PFCeffluent amount X GWP=warming effective value. ) of wafer per each the C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas flow by making approximately 4 vol% of gas flow of entirety bycomparison with CF<sub>4</sub> gas process.

【0023】

【0023】

【表 7】

【Table 7】

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセスとCF<sub>4</sub> プロセスのフォトリソ膜のエッチング特性

	エッチング速度 [nm/min]	均一性 [%]
CF <sub>4</sub> プロセス	1.7×E3	±1.8
C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> プロセス	2129	±2.9

【0024】

【0024】

【表 8】

【Table 8】

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> プロセスとCF<sub>4</sub> プロセスによるフォトリソ膜エッチング時の温暖化ガス発生量

エッチング条件	エッチング速度 [nm/min]	μ波放電	処理中の温暖化ガス発生量 [sccm/Wafer]			時間 [sec]	ウェハ 1 枚当たりの 温暖化効果 [a.u]
			CF <sub>4</sub>	C <sub>5</sub> F <sub>8</sub>	CO <sub>2</sub>		
CF <sub>4</sub> プロセス	356	有り	13	0	0	15	482075
		無し	64	0	19	116	
C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> プロセス	307	有り	0	5	0	15	9101
		無し	1	0	195	94	
C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> を用いた場合の GWP 低減率 (CF <sub>4</sub> プロセス比) %							98.1

【0025】

【0025】

次に、半導体基板上に形成されたタングステン膜などの金属膜をケミカルドライエッチングする方法を説明する。

Next, method which tungsten film or other metal film which was formed on semiconductor substrate the chemical dry etching is done is explained.

図 2 は、半導体基板上に形成された本発明の方法によりエッチング処理する半導体基板に形成された金属膜の構成を示す断面図である。

Figure 2 is sectional view which shows constitution of metal film which was formed to semiconductor substrate which etching treatment is done with method of the this invention which was formed on semiconductor substrate.

絶縁膜 102 を介して下層配線 101 が形成されたシリコン半導体基板 100 上には層間絶縁膜とし

Through insulating film 102, as interlayer insulation film silicon oxide film (SiO<sub>2</sub>) 20 is formed on silicon



てのシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>)20を形成する。

このシリコン酸化膜 20 をフォトリソ(図示せず)で被覆し、これをパターニングし、パターニングされたフォトリソをマスクとしてシリコン酸化膜 20 をドライエッチングして下層配線 101 に接する接続孔 24 を形成する。

接続孔 24 内部には下層配線 101 が露出している。

次に、シリコン酸化膜 20 上及びその接続孔 24 内にチタン(Ti)膜 21 と窒化チタン(TiN)膜 22 とを順次スパッタリング法又はCVD法などで形成する。

その後、タングステン(W)膜 23 をCVD法を用いて接続孔 24 内を埋め込むように形成する。

このときタングステン膜 23 が接続孔 24 以外のバリアメタル膜 21、22 上にも形成される。

【0026】

次に、図 1 に示す CDE 装置を用いて半導体基板 100 に形成された金属膜を構成するタングステン膜 23 とチタン膜 21 及び窒化チタン膜 21 のバリアメタル膜をケミカルドライエッチングする。

そして、側壁にバリアメタル膜が形成された接続孔 24 内部に接続配線となるタングステン膜 23 が埋め込まれ、接続孔 24 以外のタングステン膜は、エッチング除去される。

使用する反応性ガスとして C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガス、O<sub>2</sub> ガス、Cl<sub>2</sub> ガスを用いて、C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガスと O<sub>2</sub> ガスの総ガスを 210sccm、Cl<sub>2</sub> ガスの流量を 40sccm、マイクロ波パワーを 700W、圧力を 30Pa とした条件でエッチングを行う。

フラットな表面を持つ接続配線が得られる。

以上、本発明の方法において、ケミカルドライエッチング法における排出 PFC 削減を目的とした C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> ガスを利用したケミカルドライエッチングは、前記被処理基体及びエッチングガスに限定されるものではなく PFC を使用しているエッチングの代替材料となることができる。

【0027】

【発明の効果】

本発明によれば、ケミカルドライエッチングに用いるガスに酸素と C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> とを混合することにより、CF<sub>4</sub> ガスを使用する時と同程度のエッチング特性が得られるとともに PFC 排出量を大きく削減させることができる。

semiconductor substrate 100 where bottom layer metallization 101 was formed.

It covers this silicon oxide film 20 with photoresist (not shown), patterning 20 does this, the dry etching doing silicon oxide film 20 with photoresist which patterning is done as the mask, it forms connecting hole 24 which touches to bottom layer metallization 101.

bottom layer metallization 101 has exposed in connecting hole 24 internal.

Next, on silicon oxide film 20 and inside its connecting hole 24 titanium (Ti) film 21 and the titanium nitride (TiN) film 22 is formed with sequential sputtering method or CVD method etc.

After that, in order to imbed inside connecting hole 24 tungsten (W) film 23 making use of CVD method, it forms.

This time tungsten film 23 is formed also on barrier metal film 21, 22 other than connecting hole 24.

【0026】

Next, barrier metal film of tungsten film 23 and titanium film 21 and titanium nitride film 21 which form metal film which was formed to semiconductor substrate 100 making use of CDE equipment which is shown in Figure 1 chemical dry etching is done.

And, tungsten film 23 which becomes connecting wire in connecting hole 24 internal where barrier metal film was formed to side wall is imbedded, tungsten film other than connecting hole 24 is removed etching.

Entire amount of gas of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas and O<sub>2</sub> gas flow of 210 sccm, Cl<sub>2</sub> gas 40 sccm, microwave power etching is done with condition which designates 700 W, pressure as 30 Pa making use of C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas, O<sub>2</sub> gas, Cl<sub>2</sub> gas as reactive gas which you use.

connecting wire which has flat surface is acquired.

Above, regarding to method of this invention, as for chemical dry etching which utilizes C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> gas which designates discharge PFC reduction in chemical dry etching method as objective, it is not a aforementioned substrate being treated or something which is limited in etching gas and it becomes substitute material of etching which uses PFC it is possible.

【0027】

[Effects of the Invention]

When using CF<sub>4</sub> gas according to this invention, by mixing oxygen and C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> to gas which is used for chemical dry etching, and as etching characteristic of same extent is acquired, PFC effluent amount can be reduced largely.

減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のケミカルドライエッチングを実施するCDE装置の概略断面図。

【図2】

本発明のケミカルドライエッチングを説明する半導体基板の断面図。

【図3】

本発明の方法によりポリシリコン膜をエッチングする場合におけるエッチングレート、表面均一性及び対シリコン酸化物選択比のエッチングガス中の $C_5F_8$ 濃度依存性を示す特性図。

【図4】

本発明の方法によりシリコン窒化膜をエッチングする場合におけるエッチングレート、表面均一性及び対シリコン酸化物選択比のエッチングガス中の $C_5F_8$ 濃度依存性を示す特性図。

【図5】

本発明の方法によりフォトリソ膜をアッシングする場合におけるアッシングレート及び表面均一性のアッシングガス中の $C_5F_8$ 濃度依存性を説明する特性図。

【図6】

本発明の方法によりシリコン窒化膜をエッチングする場合におけるエッチングレート及び表面均一性のエッチングガス中の $C_5F_8$ 濃度依存性を説明する特性図。

【符号の説明】

1

ガス導入口

10

ポンプ

100

半導体基板

101

下層配線

102

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

conceptual cross section diagram. of CD Equipment which executes chemical dry etching of this invention

[Figure 2]

sectional view. of semiconductor substrate which explains chemical dry etching of this invention

[Figure 3]

When etching it does polysilicon membrane, with method of this invention characteristic graph. which shows  $C_5F_8$  concentration dependency in etching gas of etching rate, surface uniformity and the anti-silicon oxide selectivity which can be put

[Figure 4]

When etching it does silicon nitride film, with method of this invention the characteristic graph. which shows  $C_5F_8$  concentration dependency in etching gas of etching rate, surface uniformity and anti-silicon oxide selectivity which can be put

[Figure 5]

When ashing it does photoresist film, with method of this invention the characteristic graph. which explains  $C_5F_8$  concentration dependency in ashing gas of ashing rate and surface uniformity which can be put

[Figure 6]

When etching it does silicon nitride film, with method of this invention the characteristic graph. which explains  $C_5F_8$  concentration dependency in etching gas of etching rate and surface uniformity which can be put

[Explanation of Symbols in Drawings]

1

gas inlet

10

pump

100

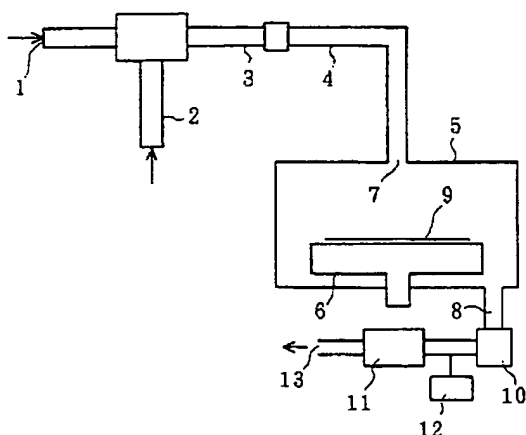
semiconductor substrate

101

bottom layer metallization

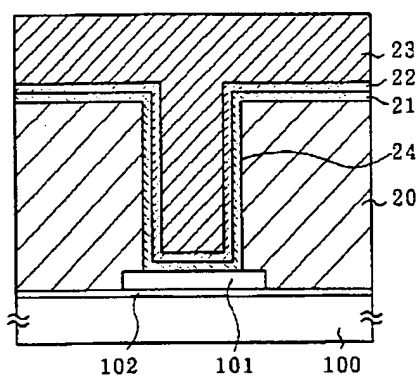
102

絶縁膜	insulating film
11	11
排ガス除害装置	exhaust gas scrubbing equipment
12	12
ガスクロマト測定器	gas chromatography measuring apparatus
13	13
排ガス排出口	exhaust gas outlet
2	2
マイクロ波導波管	microwave waveguide
20	20
シリコン酸化膜	silicon oxide film
21	21
チタン膜(バリアメタル膜)	titanium film (barrier metal film )
22	22
窒化チタン膜(バリアメタル膜)	titanium nitride film (barrier metal film )
23	23
タングステン膜	tungsten film
24	24
接続孔	connecting hole
4	4
ガス輸送管	gas transport tube
5	5
反応容器(エッチング室)	reactor (etching chamber )
6	6
試料台	sample stage
7	7
励起ガス供給口	excitation gas supply port
8	8
排気管	exhaust pipe
9	9
被処理基体(ウェハ)	substrate being treated (wafer )
Drawings	
【図1】	[Figure 1]



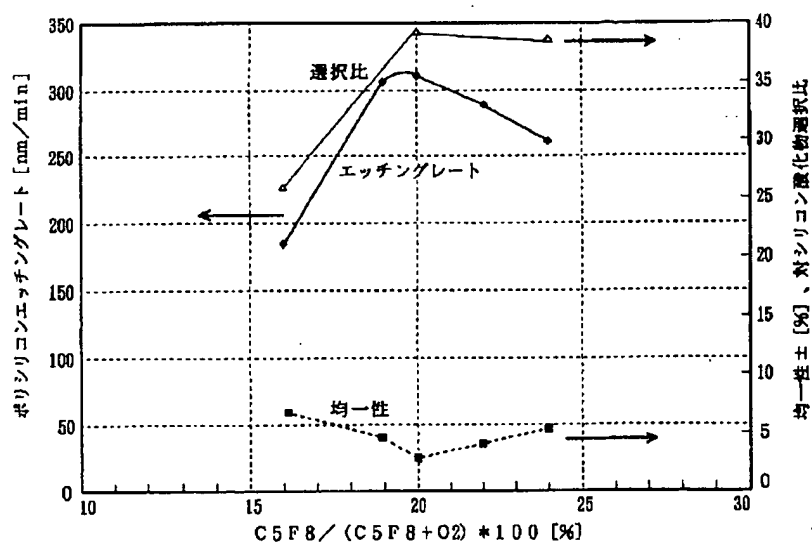
【図2】

[Figure 2]



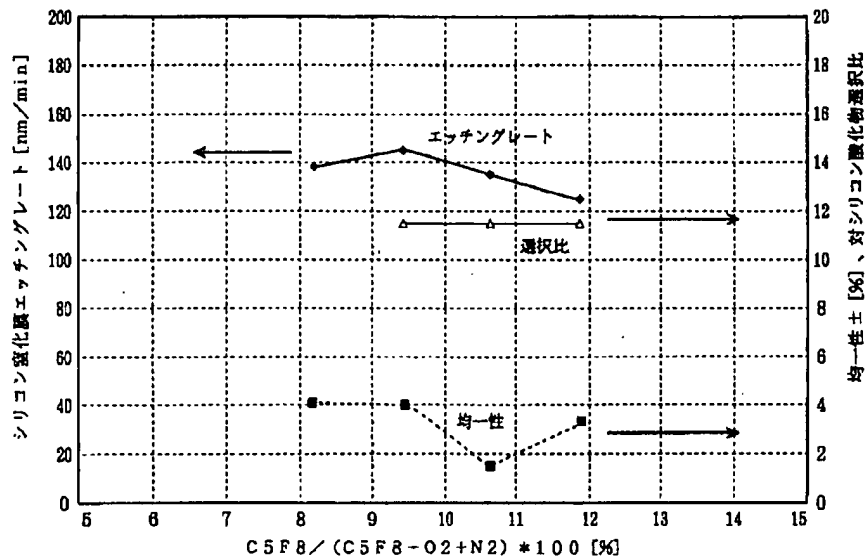
【図3】

[Figure 3]



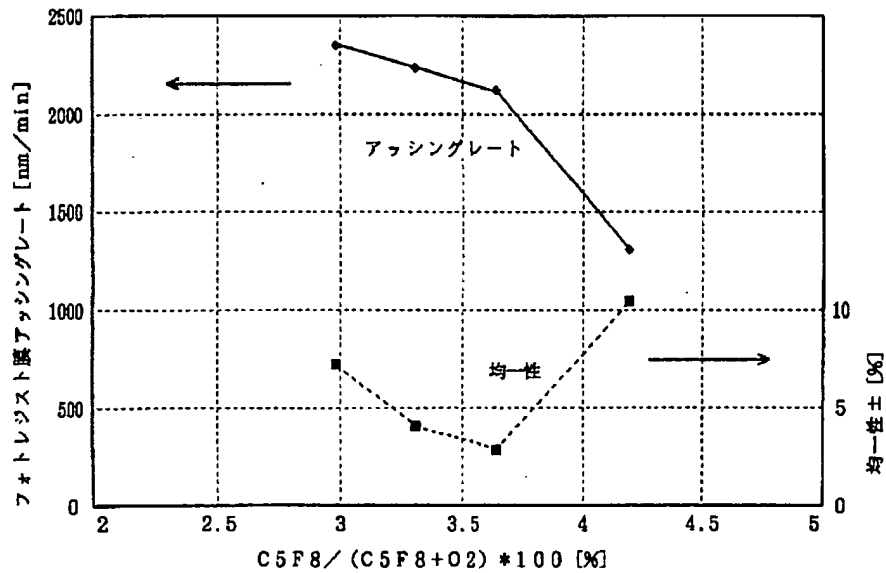
【図4】

[Figure 4]



【図5】

[Figure 5]



【図6】

[Figure 6]

